



TITLE:

Particle filter-based tracking to handle persistent and complex occlusions and imitate arbitrary black-box trackers(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Kourosh, Meshgi

CITATION:

Kourosh, Meshgi. Particle filter-based tracking to handle persistent and complex occlusions and imitate arbitrary black-box trackers. 京都大学, 2015, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2015-09-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19342>

RIGHT:

許諾条件により本文は2016-08-01に公開

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報 学)	氏名	Kourosh Meshgi
論文題目	Particle filter-based tracking to handle persistent and complex occlusions and imitate arbitrary black-box trackers (長時間・複雑な遮蔽に対応、任意の追跡器を模倣可能なパーティクル・フィルターに基づく物体追跡)		
(論文内容の要旨)			
<p>Occlusions, one of the most challenging problems in visual tracking, degrade the performance of many trackers significantly. Taking various spatial and temporal forms, occlusions have not been modeled completely yet. State-of-the-art solutions fail to handle persistent and complex occlusions, and mostly address partial or temporal occlusions. Additionally, the solutions around these problems are not unified, and researchers limit their solutions to a tiny portion of the problem. Despite the large number of studies of handling occlusion, only a few of them have actually studied the occlusion phenomenon itself and devised solutions for occlusion detection and reasoning. Any comprehensive study over different approaches of occlusion handling is deemed missing.</p>			
<p>To address this shortcoming, this study first presents a comprehensive review on the literature. The occlusion problem is defined, its challenges are described, and several research directions to handle it are distinguished. Next, the state-of-the-art solutions and designs in each research direction are described, discussed and compared, and the strength and weakness of them are clarified. This study facilitates the design of further robust trackers to be built upon previous approaches efficiently.</p>			
<p>Next, we propose a tracker to detect emergent occlusions, address difficult occlusion scenarios, and perform rapid target recovery after occlusion. This novel method builds upon a particle filter tracker and significantly improves its resilience against various types of occlusions, including persistent and complex occlusions. The objective of this tracker is to extend particles to include an occlusion state, switch observation and motion models based on the occlusion state, weight the observation based on the observation confidence, and employ robust feature fusion. Applied on the Princeton RGBD tracking benchmark, our tracker achieves superior performance and beats the state-of-the-art trackers in terms of tracking performance and speed.</p>			
<p>While designing this tracker, a solid understanding about the occlusion is built, leading to proposal of a novel occlusion mask that enhances the observation of any appearance-based tracker, and improves its accuracy significantly during occlusions. To detect occlusions, the proposed method learns the occlusion patterns based on the data collected during tracking with and without occlusions. The obtained mask prevents the observation to be contaminated by data from occluder or background, and works well along with a general occlusion handling</p>			

scheme in the main tracker.

Another part of this study strives to find the optimal feature set to maximize the tracker performance in various tracking situations even under occlusion. A series of experiments lead to the finding that most of the trackers can be imitated by a unified framework with interchangeable features and their corresponding weights. This method minimizes the tracking mismatches between the target tracker and a tracker that imitates the target tracker. This is made possible by employing dropout mechanism to maximize the similarity between the two trackers above while preventing the solution from overfitting to the limited training data. This mimicking approach is able to shadow many of the state-of-the-art trackers, while it sheds light on the possible inner mechanism of black-box trackers. The imitating tracker also outperforms its multiple target trackers by using their collective tracking knowledge during its training.

In summary, this study proposed an occlusion-aware framework to predict and manage various types of occlusions, which was found to enhance the observation quality to be used by arbitrary appearance-based trackers. It also proposed a unified framework to imitate an arbitrary tracker (even humans) by selecting and tuning the appropriate features to shed light on the feature design procedure. Handling these two issues is crucial for designing visual trackers working efficiently and robustly in real environments.

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 words で作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

近年、カメラの低コスト化によって様々な場面でカメラ画像が利用されるようになり、また、通信網の発達によってリアルタイムでの撮像対象の分析が求められるようになってきている。物体追跡は、セキュリティや、動向解析、運動解析、エンターテインメントなどの目的に利用される画像分析の基本的な技術であるが、しばしば実用上で必要となる精度が得られない。本論文では、その主要な原因の一つである遮蔽の問題と画像特徴量の適切な選択の問題に取り組み、それらの解決により安定的な物体追跡に貢献することを目的としている。本論文で得られた成果は以下の3つである。

- 1) 遮蔽のある環境下でも動作する物体追跡アルゴリズムは近年、活発に研究されている。これらの物体追跡アルゴリズムを対処可能な遮蔽のタイプによって分類し、各アルゴリズムをさらに改善する方向性についてまとめた。このまとめは、各物体追跡アルゴリズムの遮蔽対応に関する得意・不得意などの性質、今後の研究の方向性を知るために重要なリソースである。
- 2) 追跡対象が存在する際にどのような観測画像が得られるかは、遮蔽の無い場合と遮蔽のある場合で大きく異なる。そこでこの相違を直接表現するために、遮蔽の有無に応じた二通りの尤度（観測過程のモデル）を用意し、遮蔽の有無を表す隠れ変数の推定を通じて、それらの尤度を切り替える新しい物体追跡モデルが提案されている。この物体追跡モデルは、パーティクル・フィルターとして実装されることで、リアルタイム性を損なわない。遮蔽の有無を陽にモデルに取り入れることで、とりわけ長期間の遮蔽に強い新奇な手法が得られた。本手法により、Princeton RGB Dデータベースを用いたウェブベースのベンチマーク評価においてトップの成績を収めていることから、長期間の遮蔽を含む広範な遮蔽問題に対処する有効性が示された。
- 3) 追跡対象が存在する際にどのような観測画像が得られるべきかを表す尤度には複数の特徴量が用いられ、その特徴量の選択によって物体追跡の精度は大きく異なる。特徴量の選択の問題を、人手によらない手法で解決するために、特徴量選択を教師あり学習の問題として定式化し、パーティクル・フィルターとして実装された物体追跡器がその特徴量選択により、任意の物体追跡器の行動を模倣できるような学習フレームワークが提案された。過学習を防ぐためのdropoutを援用した進化的手法による学習アルゴリズムが提案され、公開データベースを用いた実験により、通常の学習法に比べて優れた性能が示された。これは、特徴量の自動選択を行うための新しい技術である。

以上を要するに、本論文は遮蔽に頑健、かつ、画像特徴量の適切な選択を可能とする物体追跡器の構築に関して有用な知見を得たものであり、その成果は学術上、実

際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年8月26日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。
更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した
口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降